

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2020**

**Tomáš Goňo**

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Absolvování individuální odborné praxe**  
**Individual Professional Practice in the Company**

**2020**

**Tomáš Goňo**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Goňo**  
Studijní program: **B0713A060005 Elektroenergetika**  
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe  
Individual Professional Practice in the Company**  
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ABB s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
  - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
  - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
  - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
  - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
  - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
  - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2019

Datum odevzdání: 30.04.2020



  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení Studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne. 15.5.2020

Podpis studenta:



## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Ing. Břetislavu Stachovi, Ph.D. za odbornou pomoc a vedení při vytváření této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval Janu Velebovi, Ph.D. za při vytváření nastavovacích tabulek a Ing. Matoušovi Vrzalovi za představení laboratorního modelu a pomoc při jeho rozšíření.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce popisuje nastavení a rozšíření panelu ochran REx630, se kterým jsem pracoval v rámci absolvování své odborné individuální praxe ve firmě ABB s.r.o. První část se nacházela v Ostravském sídle firmy. Kde náplň spočívala v tvorbě a zdokonalení tabulek pro ochrany rodiny Relion. Připravené tabulky pomáhají hlavně z časového hlediska. Usnadňují návrhy projektů, kdy specifické nastavení ochrany je připravené v tabulkách v základních hodnotách s možností nastavení v limitech specifické ochrany. Druhá část praxe se nacházela na VŠB – Technické univerzitě Ostrava na Fakultě elektrotechniky a informatiky v laboratoři EB015, kde se nachází laboratorní stůl s ochranami REF630 a RET630. V této části je popsáno rozšíření laboratorního stolu o binární vstupy, výstupy a softwarovou blokadu stykačů spínacího pole.

## **Klíčová slova**

Ochrana REx630, ABB, PCM600, rozšíření laboratorního stolu

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on working and extension of the REx630 protection, which is worked with as part of completing my professional individual practice at ABB s.r.o. The first part was located at ABB headquarters in Ostrava, where the main task was to create and improve setting tables for the protection of the Relion family. The prepared tables help mainly in terms of time. They facilitate project proposals when specific protection settings are prepared in tables in basic values with possibility of setting in the limits of specific protection. The second part was located at the VSB - Technical University of Ostrava at the Faculty of Electrical Engineering and Computer Science in the laboratory EB015, where there is a laboratory table with RET630 and REF630 protections. This section describes the extension of the laboratory table with binary inputs, outputs and software blocking of switch field contactors.

## **Key words**

Protection REx630, ABB, PCM600, extension of the laboratory table

# Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	1
Seznam ilustrací a tabulek.....	2
1 Úvod .....	3
2 Představení firmy .....	4
2.1 Vznik .....	4
2.2 Historie .....	4
2.3 Aktuální zaměření .....	5
2.4 Působení v České republice .....	5
3 Úkol č.1.....	6
3.1 Ochrany řady Relion .....	6
3.1.1 Popis .....	6
3.1.2 Obsah LHMI ochrany RE630 .....	7
3.1.3 Komunikace .....	8
3.1.4 Odlišnost ochrany řady 630.....	8
3.2 Nastavení ochran.....	9
3.2.1 Propojení .....	9
3.2.2 Nastavování v PCM600.....	10
3.2.3 Často používané ochrany .....	14
3.3 Nastavovací tabulky .....	16
4 Úkol č.2.....	18
4.1 Software PCM600.....	18
4.1.1 Popis .....	18
4.1.2 Nastavení parametrů.....	18
4.1.3 Analýza a monitoring.....	18
4.1.4 Záložky nastavování .....	19
4.2 Rozšíření laboratorního stolu .....	20
4.2.1 Úprava laboratorního stolu .....	20
4.2.2 Programování .....	23
4.2.3 Použité funkční bloky .....	24



5	Závěr .....	26
5.1	Teoretické a praktické znalosti uplatněné v průběhu praxe .....	26
5.2	Teoretické a praktické znalosti scházející v průběhu praxe .....	26
5.3	Dosažené výsledky v průběhu praxe a jejich zhodnocení .....	26
6	Literatura .....	27

## Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Význam
ABB	ASEA Brown Boveri
COMTRADE	mezinárodní formát pro ukládání dat z přechodných dějů (Common format for Transient Data Exchange for power systems)
DNP3	Komunikační internetový protokol (Distributed Network Protocol 3)
GOOSE	Obecná objektově orientovaná událost stanice (Generic Object Oriented Substation Event)
HMI	Rozhraní člověk-stroj (human machine interface)
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise (International Electrotechnical Commission)
IED	inteligentní elektronické zařízení ( Intelligent Electronic device)
IP	Internetový protokol (Internet Protocol)
IRIG	Mezistupeň časového kódu přístroje (Inter-range instrumentation group timecodes)
LAN	Lokální síť (Local Area Network)
LED	dioda emitující světlo (Light - Emmiting Diode)
LHMI	lokální rozhraní člověk – stroj (Local human machine interface)
RTD	odporový termočlánek (resistance temperature detector)
SNTP	jednoduchý síťový časový protokol (simple network time protocol)
TCP	Protokol transportní vrstvy (Transmission Control Protocol)
UHVDC	Vedení zvláště vysokého napětí stejnosměrným proudem
WAN	Rozlehlá síť (Wide Area Network)
WHMI	webové rozhraní člověk – stroj (Web human machine interface)

## Seznam ilustrací a tabulek

<b>Číslo obrázku</b> <b>stránky</b>	<b>Název obrázku</b>	<b>Číslo</b>
Obr. 2.1.	Logo firmy ABB [5].....	4
Obr. 3.1.1.	Pohled na lokální HMI ochrany RE630 [1].....	7
Obr. 5.1.	Konfigurace ochrany REF630 v laboratoři E015.....	10
Obr. 3.2.2.	Funkční blok ochrany PHLPTOC, PHHPTOC a PHIPTOC [1].....	11
Obr.3.2.3.	Blokové schéma ochrany PHxPTOC [1].....	12
Obr. 3.2.4.	Funkční blok PHPVOC [1] .....	14
Obr. 3.2.5.	Funkční blok EFLPTOC, EFHPTOC a EFIPTOC [1] .....	14
Obr. 4.2.1.	Původní rozložení laboratorního stolu. ....	20
Obr. 4.2.2.	Schéma zapojení Binárních vstupů nalevo a výstupů napravo [1].....	21
Obr. 4.2.3.	Zapojení panelu.....	21
Obr. 4.2.4.	Zapojení Binárních vstupů a výstupů na ochraně. ....	22
Obr. 4.2.5.	Výsledný vzhled laboratorního stolu.....	22
Obr.4.2.6.	Schéma programového zapojení .....	23
Obr. 4.2.6.	Grafické znázornění spínačového pole 3.....	24
Obr. 4.2.7.	Funkční blok SCILO [1] .....	24
Obr. 4.2.8.	Funkční blok DAXSWI [1] .....	25
Obr. 4.2.9.	Funkční blok GNRLCSWI [1] .....	25
Obr. 4.2.10.	Funkční blok INVERTER [1] .....	25

<b>Číslo tabulky</b> <b>stránky</b>	<b>Název tabulky</b>	<b>Číslo</b>
Tab. 3.2.1.	Nastavení bloku PHHPTOC.....	11
Tab. 3.3.1.	Příklad parametrů projektu.....	16
Tab. 3.3.2.	Připravený setting table pro ochranu PHLPTOC .....	17
Tab. 3.3.3.	Setting table pro ochrany LOFLPTUC, JAMPTOC a STTPMSU.....	17

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá ochranami rodiny Relion společnosti ABB, konkrétně ochranou REF630. V první části mé odborné praxe bylo jedním z cílů seznámení s ochranou, jejím nastavením, vstupy a výstupy. Příprava Excelovských tabulek od nejvíce používaných ochranných po ty, co se používají méně často. Druhá část mé praxe obsahovala seznámení se softwarem PCM600 a fyzickým propojením ochrany s panely umístěnými na laboratorním stole. Byl jsem seznámen jak s programovým zapojením ochrany s použitím vstupů, výstupů propojených do ochrany, tak přizpůsobení laboratorního stolu pro možnost použití dalších binárních vstupů z externího zdroje a zapojení výstupů a vstupů ze stykačů, které se nachází ve spínacovém poli a spínači přípojníc, pro softwarové blokování a signalizaci stavu.

Druhá kapitola se zabývá aktuálním odborným zaměřením firmy ABB, a také její historií.

Třetí kapitola obsahuje popis ochranných řady Relion, speciálně ochranou RE630, která byla použita při rozšíření laboratorního stolu, a odlišnostmi ochranných v řadě 630. Dále obsahuje výrobu nastavovacích tabulek a nastavení ochrany REF630, které bylo provedeno pomocí softwarového nástroje PCM600. V této kapitole je popsáno nastavení nejvíce používaných ochranných a jejich vstupy na blokovém schématu.

Čtvrtá kapitola se věnuje rozšíření fyzikálního modelu v laboratoři včetně zapojení a programování vzájemného blokování na modulu spínacového pole, a softwaru PCM600, možnosti programování a základními funkcemi.

## 2 Představení firmy

### 2.1 Vznik

Firma ABB vznikla spojením švédské společnosti Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget (ASEA) a švýcarské společnosti Brown, Boveri & Cie (BBC) roku 1988. Firma Asea Brown Boveri je tedy švédsko-švýcarská národní korporace se sídlem v Curychu. Zabývá se oblastí robotiky a elektrotechniky. Firma je jedna z největších technologických společností na světě. Její pobočky můžeme nalézt ve 100 zemích světa dohromady s více než 124 000 zaměstnanci.



*Obr. 2.1. Logo firmy ABB [5]*

### 2.2 Historie

Společnost ASEA v roce 1893, vystavěla první švédskou přenosovou soustavu pro třífázový proud, čímž přispěla k vybudování přenosové technologie, která dnes ve světě převládá. Společnost se zapsala do historie stavbou transformátorů, přenosem energie, výrobou polovodičových součástek, stavbou první jaderné elektrárny ve švédsku a v roce 1978 spuštěním jednoho z prvních průmyslových robotů.

Společnost BBC roku 1901 postavila první parní turbínu v Evropě, dále se zabývala efektivnější výrobou energie, v roce 1933 získala patent na turbínové rotory ze svařovaných ocelových disků, v roce 1939 sestrojila první spalovací plynovou turbínu pro výrobu elektrické energie. Dále je známá prvním vysokorychlostním vzduchovým jističem, vysokorychlostní lokomotivou, řízením elektráren, nejvýkonnějším transformátorem světa, který sestrojila v roce 1971, výrobou bipolárních polovodičů a instalací prvního z devíti generátorů v tehdy největší světové vodní elektrárně Itaipu v Jižní Americe.

Po sloučení obou společností uvedli na trh roku 1998 FlexPicker, deltový robot navržený speciálně pro manipulaci a balení zboží v průmyslu. V roce 2002 vytvořila spojení střídavou sítí Jižní Austrálie s 177 km vzdálenou Viktorií kabelem o výkonu 220 MW, také spojení Connecticutu 40 km dlouhým podmořským kabelem spolu s Long Island. V roce 2008 sestrojili NorNed, konstrukci, která je nejdelším podmořským kabelem o délce 580 km. Kabel tvoří spojení elektrické sítě Norska a Nizozemí. Dále společnost umožnila propojení vodní Elektrárny Xiangjiaba se Šanghají, na vzdálenost kolem 2000 km pomocí UHVDC s kapacitou 800 kV a 7200 MW, v roce 2010. Roku 2014 společnost vyvinula průmyslového robota se dvěma pažemi pro montáž drobných součástek, který spolupracuje s člověkem [2].

## **2.3 Aktuální zaměření**

V současné době se firma zabývá velkým počtem produktů a systémů. Společnost se dělí do čtyř divizí: Robotika a pohony, Průmyslová automatizace, Energetika a Elektrotechnické výrobky.

V oblasti produktů můžeme najít Komunikační sítě, transformátory, vypínače, odpojovače, ochrany a řízení rozvoden a mnohem více.

Systémová část se zabývá automatizací kontinuálních nebo dálkových průmyslových procesů, modely prediktivní kontroly pro náročnou kontrolu procesu, a tak dále [4].

## **2.4 Působení v České republice**

V České republice roku 1868 byl založen výrobní závod v Jablonci nad Nisou. O necelých 50 let později došlo k založení navijárny pro servis motorů a generátorů v Ostravě. Roku 1992 vznikla formálně společnost ABB s.r.o. v České republice. Na přelomu 20. a 21. století firma expandovala v rámci České republiky akvizicí výrobních linek a významnou investicí do modernizace a vzdělávání zaměstnanců. Během roku 2011 se ABB ČR stala průkopníkem iniciativy Smart Grid (inteligentních sítí) a koncepce e-mobility u nás.

Aktuálně má společnost v České republice dvě inženýrská centra v Ostravě a Plzni a čtyři výrobní závody v Praze, Brně, Trutnově a Jablonci nad Nisou. Např. výrobní závod v Brně vyrábí rozvaděče, transformátory a senzory vysokého napětí.

### **3 Úkol č.1**

Prvním úkolem bylo kromě seznámení s ochranami rodiny Relion, také standardizace formy a vzhledu nastavovacích tabulek ochranných funkcí v softwaru Microsoft Excel. Jednalo se o sloučení dvou stylů těchto tabulek. Každá z nich měla své pro i proti.

Výsledkem jsou upravené a rozšířené nastavovací tabulky nejen pro zařízení REx630, ale i REx615, REx620 a často používané ochrany pro REx640.

#### **3.1 Ochrany řady Relion**

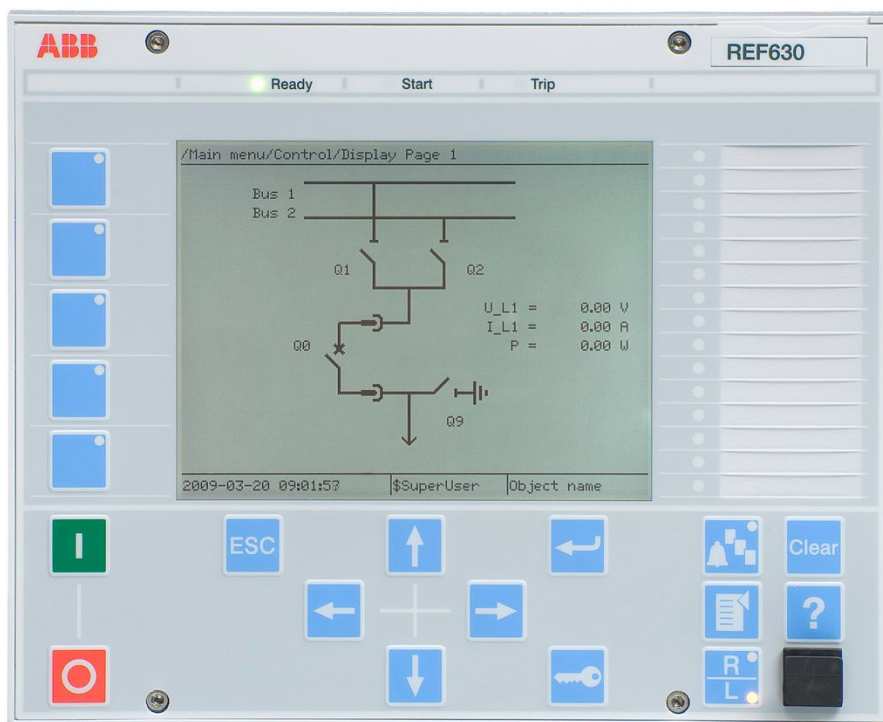
V rámci bakalářské praxe jsem se seznámil s ochranami rodiny produktů Relion, nejvíce s ochranou REF630, se kterou jsem dále pracoval i při rozšíření laboratorního stolu.

##### **3.1.1 Popis**

Ochrana je složena z IED která slouží k průběžnému měření, dohledu a kontroly distribučních rozvodů velkých společností či průmyslových podniků, středních a velkých asynchronních motorů, generátorů, distribučních sítí a průmyslových zařízení a pro zaručení neustálé ochrany.

Ochrana REF630 je součástí produktů rodiny Relion společnosti ABB. Rodina produktů Relion se vyznačuje flexibilní konfigurovatelností a funkční škálovatelností.

Podporuje různé komunikační protokoly včetně IEC 61850, nabízí jednoduché připojení k automatizačním stanicím a SCADA systémům. Pomocí až 64 binárních kanálů a 40 analogových kanálů lze nastavit ochranu pro příjem, nebo odesílání dat.



Obr. 3.1.1. Pohled na lokální HMI ochrany RE630 [1]

### 3.1.2 Obsah LHMI ochrany RE630

Lokální panel pro komunikaci je používán pro nastavení, monitorování a kontrolu ochranného relé.

Obsahuje 5 hardwarových tlačítek, které lze v programu PCM600 přiřadit k jednotlivým funkcím pro účely testování jednotlivých naprogramovaných ochran, nebo pouze k lokálnímu vypínání či zapínání. Ostatní tlačítka slouží k pohybu v samostatném rozhraní ochrany a následovně k jejímu nastavení, k resetování indikací, potvrzování poplachů a přepínání mezi místním a dálkovým režimem ovládání.

Panel dále disponuje 15 LED ukazateli, nastavitelných do třech základních barev, zelená, žlutá a červená, které lze opět v programu PCM600 přiřadit k jednotlivým funkcím, například pro indikaci připojených vstupů, jako ukazatel fungování ochrany, nebo indikaci funkčnosti jednotlivých funkcí a 3 LED ukazatele umístěné nad displejem ukazují jednotlivé stavy ochrany.

Panel zahrnuje také grafický monochromatický displej o rozlišení 320 x 240 pixelů, na kterém jde znázornit zapojení s jednotlivými zařízeními a okamžité hodnoty přívodu nebo vývodu.

Na panelu se nachází komunikační vstup RJ – 45, skrz který lze ochranu naprogramovat, a to připojením k počítači, nebo k internetové síti pro možnost vzdálené konfigurace.

Tento koncept LHMI ochrany RE630 je využit i na ostatních ochranách řady Relion s drobnými odlišnostmi.



### 3.1.3 Komunikace

WHMI podporuje uživatelský přístup k IED přes web, vzhled je téměř totožný, zároveň umožňuje dohled nad systémem, nastavení parametrů, náhled měření, poruchové záznamy a fázorové diagramy. Přístup k WHMI je zprostředkován lokálně přes komunikační port nebo vzdáleně přes LAN/WAN. Připojení nevyžaduje použití LHMI. Přihlášením získá uživatel plný přístup. Zabránit neoprávněnému přístupu lze nastavením přihlašovacích údajů a nastavením rozdílných práv nastavení pro lokální a vzdálenou komunikaci.

Komunikace je podporována přes komunikační protokol IEC 61850-8-1, IEC 60870-5-103 a DNP3 skrz TCP/IP. Těmito protokoly je zprostředkována veškerá komunikace, i všechny provozní informace a ovládací prvky. Nicméně komunikace mezi ochrannými relé, horizontální komunikace GOOSE umožňující vysílání binárních signálů na jiné ochranné relé, je zprostředkována pouze komunikačním protokolem IEC 61850-8-1.

Poruchové soubory jsou naopak zpřístupněny protokolem IEC 61850 nebo IEC 60870-5-103, jsou dostupné pro všechny aplikace založené na ethernetu ve standardním formátu COMTRADE. Binární GOOSE zprávy lze využít například pro systémy ochrany a blokování za účelem ochrany dalších zařízení. Dle normy IEC 61850 ochrana splňuje požadavky pro vypínání v distribučních rozvodnách.

Ochranné relé neumožňuje pouze vysílat binární signály, ale i přijímat a odesílat analogové hodnoty pomocí zpráv GOOSE. Komunikace GOOSE zprostředkovává rychlý přenos analogových naměřených hodnot na staniční sběrnici, to lze použít pro usnadnění, například sdílení RTD vstupních hodnot, jako je okolní teplota pro použití do dalších aplikací. Ochranné relé neustále spolupracuje s dalšími zařízeními a nástroji kompatibilní s normou IEC 61850, a současně hlásí události pěti různým klientům připojeným ke sběrnici. Použitím přenosu DNP3 skrz TCP/IP posílá události pouze čtyřem různým klientům sběrnice. Pro systémy používající IEC 60870-5-103 je připojeno ochranné relé pouze k centrálnímu prvku, jako je hub nebo síťový přepínač, díky použití hvězdicová topologie.

Všechny komunikační konektory, až na konektor předního portu, jsou uloženy v integrovaných komunikačních modulech. Ochranné relé je připojeno pro komunikaci k ethernetu konektorem RJ-45 nebo optickým multimódovým LC konektorem.

Pro synchronizaci času a rozlišení časového razítka 1 ms, podporuje relé ethernetovou komunikaci SNTP, DNP3 a speciální synchronizaci času IRIG-B.

### 3.1.4 Odlišnost ochrany řady 630

Hlavní rozdíly ochrany rodiny Relion jsou v jejich aplikacích. Všechny ochrany jsou určeny pro jednu určitou aplikaci, jelikož obsahují rozdílné možnosti chránění.

#### **Ochrana rozvaděče – REF**

Ochrana obstarává hlavní chránění venkovních vedení a kabelových vývodů v distribučních sítích.

#### **Ochrana transformátorů – RET**

Ochrana zajišťuje hlavní ochranu dvouvinutových výkonových transformátorů pro vysoké a velmi vysoké napětí.

#### **Ochrana motoru – REM**

Ochrana zabezpečuje jak asynchronní, tak i synchronní motory a jejich pohony. Nabízí plnou ochranu při rozběhu motoru a jeho provozu.

#### **Ochrana generátoru – REG**

Funkcí je zaručení ochrany synchronních generátorů, jak při spouštění tak i při provozu jako generátor. Uplatnění najde při správě generátorů, vodních elektráren, tepelných a parních elektráren.

#### **Rozdělení zátěže – PML**

PML je využíváno pro správu napájení, řeší rozdělení zátěže pro energetickou síť v průmyslových závodech. Chrání před výpadky sítě a výpadky zdroje kvůli poruchám systému.

#### **Kontrola a záložní ochrana – REC**

#### **Ochrana vedení – REL**

#### **Rozdílová ochrana vedení – RED**

#### **Ochrana přípojníc – REB**

#### **Ochrana kondenzátorových baterií – REV**

#### **Ochrana jističe – REQ**

#### **Napětíová ochrana – REU**

#### **Proudová ochrana – REJ**

#### **Ochrana železničních aplikací – RER**

#### **Automatizace rozvodny - RER**

### **3.2 Nastavení ochran**

#### **3.2.1 Propojení**

Samostatné nastavení probíhá programováním a nastavením žádaných hodnot v softwaru PCM600. Zde je nutné založení projektu. V tomto projektu otevřeme programování pro zařízení, které chceme programovat. Následně provedeme konfiguraci tak, aby se shodovala se zařízením. Nejprve volbou použitého IED protokolu. Dále volíme port, ke kterému jsme připojeni. Následně verzi ochrany a kód ochrany. Posledním krokem k funkčnímu připojení a možné výměny dat, je nastavení technického klíče, který se taktéž musí shodovat s ochranou. Toto nastavení můžeme provést jak bez

přístupu k ochraně, nebo pomocí online konfigurace, která zajistí úplnou schodu s ochranou. Pro úspěšné nahrání, nastavených parametru a logického zapojení, je nutné uložit všechny otevřené záložky a pomocí funkce „Write to IED“ nahrajeme program do ochrany.

[100] SCL Information	
Configuration Version	REF630ver1.3.0.5
IED Type	630 series
Manufacturer	ABB
SCL data model	Edition 1
Technical Key	A
[300] Configuration Version	
Last modified	05.05.2020 11:44
System	LENOVOY520
Version	75
Misc	
IED Family	Relion
IED Firmware Version	
IED Serial Number	1VHR91150132
IED Series	630 series
Order Code	UBFNABABBBBZAZNBXC
Product Type	REF630
Product Version	1.3.0

Obr. 5.1. Konfigurace ochrany REF630 v laboratoři E015

### 3.2.2 Nastavování v PCM600

Nastavení funkčních bloků lze zpřístupnit ve struktuře projektu, a to rozkliknutím projektu a výběrem nastavované ochrany. Zde vybíráme z nastavení IED konfigurace nebo konfigurací aplikace. IED konfigurace umožňuje nastavení vstupů a výstupů, základních IED funkcí, jako jsou analogové vstupy, čas a synchronizace. Lokální HMI funkce obsahuje nastavení funkčnosti tlačítek, obrazovky a LED diod. Dále obsahuje monitoring a komunikaci. Konfigurace aplikace zahrnuje zbytek použitých funkčních bloků, jako jsou bloky pro ochranu, nebo bloků pro logiku vypínače. Přístup k nastavení získáme rozkliknutím pravým tlačítkem a volbou nastavení parametrů.

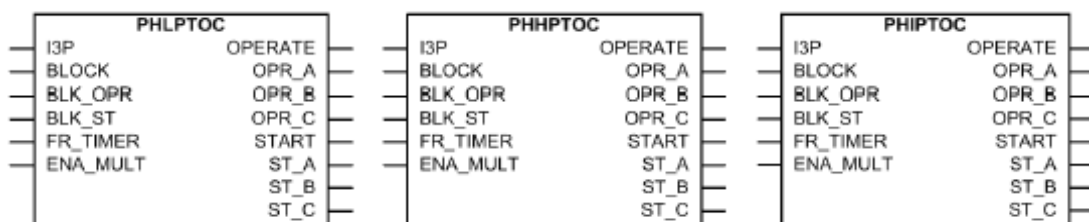
V tabulce Tab. 3.2.1. je znázorněné nastavení bloku PHHPTOC, které je dále popsáno. Například pro Funkční tlačítko je důležitá volba typu, tlačítko můžeme nechat nefunkční nebo změnit na control, což nám umožní jeho funkci. Dále můžeme spustit mód, ve kterém budeme tlačítko využívat. Volba Toggle, která umožňuje přepínání při zmáčknutí, nebo Pulsed, která slouží pro automatické přepínání podle nastavené časové hodnoty pulzu. Při použití binárních vstupů je důležité upravit hodnotu BatteryVoltage, tato hodnota udává napětí, na kterém se pohybuje binární vstup na logické 1. Treshold pak udává procentní hodnotu BatteryVoltage, při které dochází k překlopení na logickou 0. Pokud napětí na binárním vstupu osciluje, použijeme zbylé nastavení, pro určení stabilních hodnot.

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
✓ PHHPTOC: 1					
✓ Operation		On			
✓ Base value Sel phase		Phase Grp 1			
✓ Measurement mode		DFT			
✓ Num of start phases		1 out of 3			
✓ Curve parameter A		28,2000		0,0086	120,0000
✓ Curve parameter B		0,1217		0,0000	0,7120
✓ Curve parameter C		2,00		0,02	2,00
✓ Curve parameter D		29,10		0,46	30,00
✓ Curve parameter E		1,0		0,0	1,0
✓ Reset delay time		0,020	s	0,000	60,000
✓ Minimum operate time		0,020	s	0,020	60,000
✓ Setting Group1		✓			
✓ Start value		0,10	pu	0,10	40,00
✓ Start value Mult		1,0		0,8	10,0
✓ Time multiplier		1,00		0,05	15,00
✓ Operating curve type		IEC Def. Time			
✓ Type of reset curve		Immediate			
✓ Operate delay time		0,02	s	0,02	200,00

Tab. 3.2.1. Nastavení bloku PHHPTOC

Jednotlivé parametry jdou nejlépe popsat na určité ochraně. Vybral jsem ochranu PHxPTOC, díky jejímu častému použití.

### Třífázová nesměrová nadproudová ochrana PHxPTOC



Obr. 3.2.2. Funkční blok ochrany PHLPTOC, PHHPTOC a PHIPTOC [1]

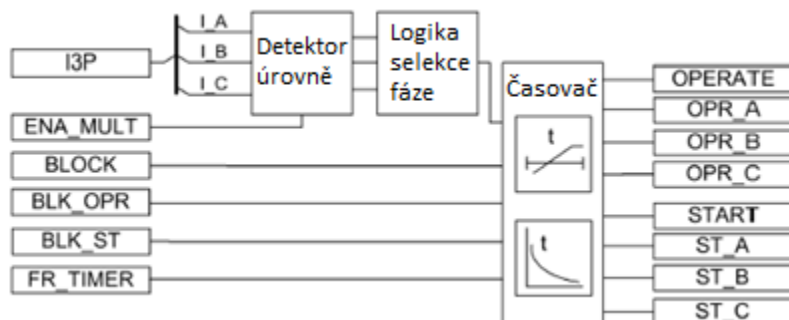
### Funkce

Tato ochrana se používá jako jednofázová, dvoufázová nebo třífázová nadproudová a zkratová ochrana pro napáječe. Ochrana zareaguje, když dojde k překročení nastaveného limitu. Časová charakteristika vypínání pro nízký stupeň a vysoký stupeň lze volit z určitého času, nebo pro inverzní určitý minimální čas (IDMT). Okamžitý stupeň ochrany pracuje vždy s charakteristikou určitého času (DT).

S charakteristikou DT, když ochrana zafunguje, funguje i po uběhnutí předdefinovaného času a resetuje se, když chyba proudu zmizí. V režimu IDMT funguje proudově závislý časovač charakteristiky.

### Princip

Princip fungování jde nejlépe popsat z blokového schéma.



Obr.3.2.3. Blokové schéma ochrany PHxPTOC [1]

Tato funkce může být aktivována a deaktivována v nastavení v poli Operation, změnou hodnoty „zapnuto“ nebo „vypnuto“.

### Detektor úrovně

Naměřené fázové proudy se porovnávají s nastavenou začáteční hodnotou (start value). Pokud naměřená hodnota přesáhne začáteční hodnotu, detektor úrovně vyšle signál překročení hodnoty do logiky selekce fáze. Pokud je vstup „ENA\_MULT“ aktivní, je začáteční hodnota vynásobena hodnotou „Start value mult.“ „ENA\_MULT“ je obvykle připojena k výstupu funkce detekce zapínacího proudu (INRPHAR). To znamená, že když je detekován zapínací proud, je začáteční hodnota znásobena a po odeznění nárazového proudu se vrátí zpátky do neznásobené hodnoty. Pokud je násobič příliš velký, nemusí funkce fungovat během detekce zapínacího proudu následovaného chybou.

### Logika selekce fáze

Pokud jsou kritéria v detektoru úrovně splněna, detekuje logika výběru fázi nebo fáze, ve kterých měřený proud přesahuje nastavenou hodnotu. Pokud informace fáze odpovídá počtu začátečních fází „Num of start phases“, modul aktivuje časovač.

### Časovač

Při aktivaci časovače začne být aktivovaný i výstup „start“. Výstupy „ST\_A“, „ST\_B“, „ST\_C“ indikují fázi, na které byl spuštěn časovač. Jakmile časovač dosáhne hodnoty doby zpoždění „Operate delay time“ v režimu DT nebo maximální hodnotu definovanou inverzní časovou křivkou, výstup „Operate“ se aktivuje. Výstupy „OPR\_A“, „OPR\_B“, „OPR\_C“ znázorňují, které fáze jsou provozovány. Pokud je zvolena uživatelsky programovaná křivka IDMT (user-programmable IDMT curve), pak je charakteristika definována parametry křivky A, B, C, D, E. Funkce resetování časovače je ovlivněna kombinací použité vypínací křivky (Operating curve type), typu resetovací křivky (Type of reset curve) a zpoždění resetu (Reset delay time). Pokud je vybrána charakteristika DT, časovač

restartu běží, nedojde-li k překročení nastavené hodnoty zpoždění resetu. Při vybrané křivce IDMT, je možné v nastavení typu křivky resetování zvolit možnost „Okamžitě (Immediate)“, „Určitý čas restartu (Def time reset)“ nebo „Inverzní reset (inverse reset)“. Resetovací křivka „Okamžitě“ způsobuje okamžitý restart. Naopak resetovací křivka „Určitý čas restartu“ umožní pozdější restartování v závislosti na nastavené hodnotě zpoždění resetu a resetovací křivka „Inverzní reset“ závisí resetování na proudu během výpadkové situace. Výstup „Start“ se po uběhnutí resetovacího časovače deaktivuje.

Nastavení časového násobiče (Time multiplier) je použito při škálování doby provozu a restartu IDMT. Hodnota minimální doby provozu (Minimum operate time) udává minimální požadovaný provozový čas pro křivky IDMT, pokud jsou použity. Časovač počítá dobu trvání „START\_DUR“, což udává procentuální poměr mezi začátkem události a nastavené provozní doby. Vstup „Block“ je binární a je použit k blokování ochrany, zároveň deaktivuje všechny výstupy a resetuje časovač. Binární vstup „BLK\_ST“ se používá k blokování „start“ signálů. Binární vstup „BLK\_OPR“ slouží k blokování provozních signálů. Časovače lze zamrazit s použitím vstupu „FR\_TIMER“ [1].

### **Základní hodnoty**

IED podporuje alternativní skupiny základních hodnot pro fázový proud. Vybráním základní hodnoty vybrané fáze (Base value Sel phase) určíme, o kterou fázi se jedná.

### **Měřicí módy**

Ochrana umožňuje čtyři alternativní měřicí módy a to:

„RMS“ – měření efektivní hodnoty

„DFT“ – měření diskretní Fourierovou transformací

„Peak-to-Peak“ – měření mezi kladnou a zápornou amplitudou

„P-to-P+backup“ – měření podobné Peak to Peak, ale s podmínkou nastavení amplitudy vyšší než je počáteční hodnota proudu nebo maximální hodnota je nad dvojnásobkem nastavené počáteční hodnoty. Tato metoda se používá pouze u okamžitého stupně ochrany.

### **Časové charakteristiky**

- Funkce podporuje DT i IDMT charakteristiky.
- ASNI extrémně inverzní
- ANSI velmi inverzní
- ANSI normální inverzní
- ANSI mírně inverzní
- ANSI určitý čas
- Extrémně inverzní dlouhodobá
- Velmi inverzní dlouhodobá

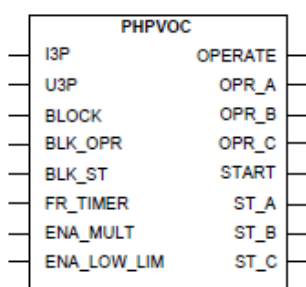
- Inverzní dlouhodobá
- IEC normální inverzní
- IEC inverzní
- IEC extrémně inverzní
- IEC krátkodobá inverzní
- IEC dlouhodobá inverzní
- IEC určitý čas
- Uživatelsky programovatelná
- Typ RI
- Typ RD

### Použití

PHxPTOC se používá jako záložní nadproudová a zkratová ochrana výkonových transformátorů a generátorů, nebo nadproudová a zkratová ochrana zařízení připojených na energetický systém, například kondenzátorových baterií, nebo jako obecně pro ochranu dvoufázových nebo trojfázových zkratů.

### 3.2.3 Často používané ochrany

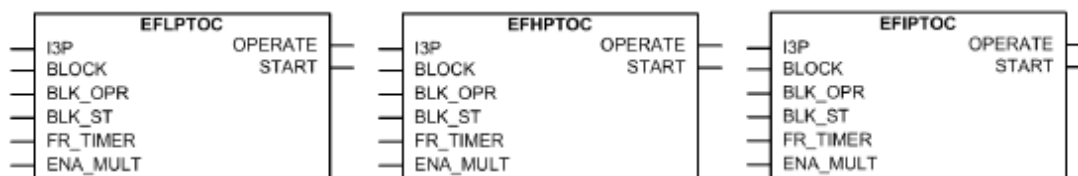
#### Nadproudová ochrana závislá na napětí PHPVOC



Obr. 3.2.4. Funkční blok PHPVOC [1]

Tato ochrana je používána jako záloha ochrany pro generátory a systémy před poškozením kvůli fázovým poruchám, které nebyly odstraněny primární ochranou.

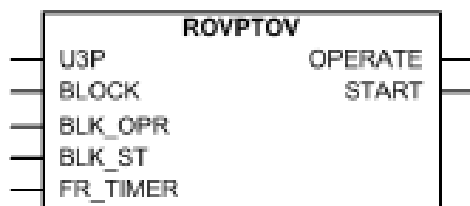
#### Zemní ochrana EFxPTOC



Obr. 3.2.5. Funkční blok EFLPTOC, EFHPTOC a EFIPTOC [1]

Ochrana je určena k odstraňování a ochraně zemních poruch v distribučních a přenosových sítích.

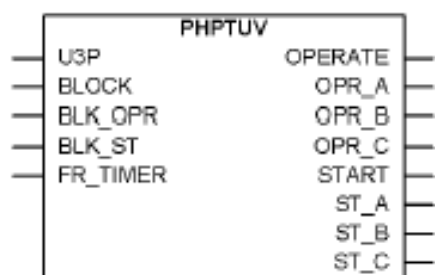
### Ochrana zbytkového přepětí ROVPTOV



Obr. 3.2.6. Funkční blok ROVPTOV [1]

Použití při ochraně před zemními poruchami v izolovaném nulovém vodiči, odporovým zemním spojením a impedančním zemním spojením.

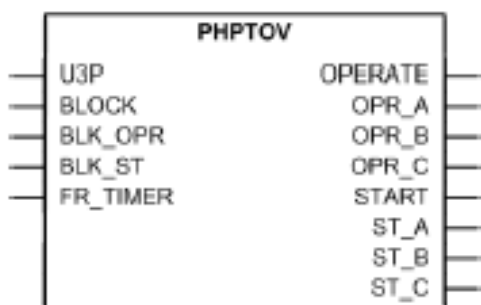
### Třífázová podpět'ová ochrana PHPTUV



Obr. 3.2.7. Funkční blok PHPTUV [1]

Ochrana chrání generátory, transformátory, motory a elektrické vedení při detekci nízkého napětí.

### Třífázová přepět'ová ochrana PHPTOV



Obr. 3.2.8. Funkční blok PHPTOV [1]

Ochrana působí při přepětí výkonové frekvence, které může nastat při ovládání regulátoru napětí. Úprava laboratorního stolu



### 3.3 Nastavovací tabulky

Velkým zjednodušením a urychlením nastavování ochran jsou připravené Excelovské tabulky nastavení ochran. Do těchto tabulek se nejprve zadají důležité parametry projektu, například *Tab.3.3.1.*, jmenovitý výkon, jmenovité napětí, účinník, frekvence, jmenovitý proud, převody měřicího trafa napětí a proudu, popřípadě převody senzorů napětí, nebo proudu. Následně podle dané problematiky a požadavků zákazníka, vybereme připravené tabulky nastavení funkčních bloků ochran. V těchto tabulkách vidíme možné nastavení této ochrany, které je jinak popsáno v manuálu ochrany. Na rozdíl od nastavovacích tabulek je v manuálu celkový popis každé ochrany, popis ale technik nepotřebuje, nastavení se tedy stává nepřehledné.

V prvním řádku tabulky najdeme pojmenování ochrany dle norem a název ochrany. První sloupec odkazuje na jednotlivé parametry. Určité parametry v tabulce, například parametry křivky A, B, C, D, E, tyto parametry jsou zpřístupněny až po výběru funkcí, které tyto hodnoty potřebují k správné funkci. Toto je provedeno pomocí funkce podmíněné formátování. Parametry jsou volitelné v určitém rozmezí, které najdeme ve sloupci Range. Volbu parametrů provádíme ve sloupci Set point, nastavení kontroluje funkce ověření dat, kde je rozmezí nastaveno, tudíž nedojde k nesprávnému nastavení. Některé parametry volíme v určitém násobku, který je přepočítán pomocí zadaných vstupů na reálnou chráněnou hodnotu. Tuto přepočítanou hodnotu vidíme ve sloupci Set value. Funkce jako je výběr typu operační křivky, kdy parametr nemá číslcovou hodnotu, je umožnění výběru přímo rozkliknutím buňky, nastavení je opět provedeno pomocí funkce ověření dat. Základní nastavení představuje poslední sloupec. Tyto tabulky, připravené pro zadaný projekt, jsou zasílány, nebo předány spolu s ochranou zákazníkovi.

Rated Power	29000	kVA	Rated Active Power	27550	kW	CT Ratio	2000	/	1	A
Rated Voltage	11000	V	Rated Current	1522	A	Ring CT Ratio	200	/	1	A
Power Factor	0.95		Scaling Factor	1.31		VT Ratio	11000	/	110	V
Frequency	60	Hz	Current Sensor	NA	/	NA	Voltage Sensor	NA	/	NA

*Tab. 3.3.1. Příklad parametrů projektu*

IEEE	51P-1	IEC 606	3I>	IEC 61850	PHLPTOC	Desc.	Three-phase non-directional overcurrent protection, low stage			
Parameter	Settings			Set value			Unit	Description		
	Range	Set point	Unit	Step						
Group Settings										
Start Value	0.05 - 5.00	0.05	xIn	0,01	100,00	A	[Default = 0.05]			
Start Value Mult	0.8 - 10.0	1.0	-	0.1	1.0	-	[Default = 1.0]			
Time Multiplier	0.05 - 15.00	1.00	-	0.01	1.00	-	[Default = 1.00]			
Operate delay time	40 - 200000	40	ms	10	40	ms	[Default = 40]			
Operating curve type	Choose:	IEC Def. Time	-	-	IEC Def. Time	-	[Default = IEC DT]			
Curve parameter A	0.0088 - 120.0000	28.2000	-	-	28.2000	-	[Default = 28.2000]			
Curve parameter B	0.0000 - 0.7120	0.1217	-	-	0.1217	-	[Default = 0.1217]			
Curve parameter C	0.02 - 2.00	2.00	-	-	2.00	-	[Default = 2.00]			
Curve parameter D	0.46 - 30.00	29.10	-	-	29.10	-	[Default = 29.10]			
Curve parameter E	0.0 - 1.0	1.0	-	-	1.0	-	[Default = 1.0]			
Type of reset curve	IM-DT-INV	Immediate	-	-	Immediate	-	[Default = Immediate]			
Non Group Settings										
Operation	Off / On	On	-	-	On	-	[Default = On]			
Base value Sel phase	Phase Grp 1 / 2 / 3	Phase Grp 1	-	-	Phase Grp 1	-	[Default = Phase Grp 1]			
Num of pickup phases	1-2-3	1 out of 3	-	-	1 out of 3	-	[Default = 1=1 out of 3]			
Minimum operate time	40 - 60000	40	ms	1	40	ms	[Default = 40]			
Reset delay time	0 - 60000	20	ms	1	20	ms	[Default = 20]			
Measurement mode	RMS-DFT-PtoP	DFT	-	-	DFT	-	[Default = 2=DFT]			
		Secondary injection			0.05 A					

Tab. 3.3.2. Připravený setting table pro ochranu PHLPTOC

IEE	37	IEC 60617	3I<	IEC 61850	LOFLPTUC	Desc.	Loss of load supervision			
Parameter	Settings					Set value			Description	
	Range		Set point	Unit	Step			Unit		
Group settings										
Start value low	0.01 - 0.50		0.10	xIn	0,01	152,2		A	[Default = 0.10]	
Start value high	0.01 - 1.00		0.50	xIn	0,01	761,0		A	[Default = 0.50]	
Operate delay time	400 - 600000		2000	ms	10	2000		ms	[Default = 2000]	
Non group settings										
Operation	Off / On		On	-	-	On		-	[Default = On]	
Base value Sel phase	Phase Grp 1 / 2 / 3		Phase Grp 1	-	-	Phase Grp 1		-	[Default = Phase Grp 1]	
Reset delay time	0 - 60000		20	ms	1	20		ms	[Default = 20]	

IEE	51LR	IEC 60617	Is2>	IEC 61850	JAMPTOC	Desc.	Motor load jam protection			
Parameter	Settings					Set value			Description	
	Range		Set point	Unit	Step			Unit		
Non Group Settings										
Operation	Off / On		On	-	-	On		-	[Default = On]	
Base value Sel phase	Phase Grp 1 / 2 / 3		Phase Grp 1	-	-	Phase Grp 1		-	[Default = Phase Grp 1]	
Start value	0.10 - 10.00		2.50	xIn	0,01	3805,0		A	[Default = 2.5]	
Operate delay time	100 - 120000		2000	ms	10	2000		ms	[Default = 2000]	
Reset delay time	0 - 60000		100	ms	1	100		ms	[Default = 100]	

IEE	49,66,48, 51LR	IEC 60617	Is2tn<	IEC 61850	STTPMSU	Desc.	Motor start-up supervision			
Parameter	Settings					Set value			Description	
	Range		Set point	Unit	Step			Unit		
Group settings										
Start detection A	0.1 - 10.0		1.5	xIn	0,1	2283,0		A	[Default = 1.5]	
Motor start-up A	1.0 - 10.0		2.0	xIn	0,1	3044,0		A	[Default = 2.0]	
Motor start-up time	0.3 - 80		5,0	s	0,1	5,0		s	[Default = 5,0]	
Lock rotor time	2 - 120		10	s	1	10		s	[Default = 10]	
Str over delay time	0 - 60000		100	ms	1	100		ms	[Default = 100]	
Non group settings										
Operation	Off / On		On	-	-	On		-	[Default = On]	
Base value Sel phase	Phase Grp 1 / 2 / 3		Phase Grp 1	-	-	Phase Grp 1		-	[Default = Phase Grp 1]	
Operation mode	Ilt, CB, Stall		Ilt	-	-	Ilt		-	[Default = Ilt]	
Counter Red rate	2.0 - 250.0		60,0	s/h	0,1	60,0		s/h	[Default = 60,0]	
Cumulative time Lim	1.000 - 500.000		10,000	s	0,001	10,000		s	[Default = 10]	
Emg start Red rate	0.00 - 100.00		20,00	%	0,01	20,00		%	[Default = 20.00]	
Restart inhibit time	0 - 250		30	min	1	30		min	[Default = 30]	

Tab. 3.3.3. Setting table pro ochrany LOFLPTUC, JAMPTOC a STTPMSU

## 4 Úkol č.2

Druhým úkolem bylo softwarové blokování stykačů spínačového pole v laboratoři EB015 spolu s rozšířením laboratorního stolu o vstupy a výstupy.

### 4.1 Software PCM600

V rámci druhého úkolu, vzájemného softwarového blokování, jsem využil tento programovací nástroj pro nastavení ochrany.

#### 4.1.1 Popis

PCM je zkratka protection and control IED manager, což znamená manažer ochrany a kontroly IED. Je to jednoduše ovladatelný nástroj firmy ABB, poskytuje různé funkce potřebné pro nastavení celé rodiny Relion ochrany a kontroly IED v aplikacích přenosu a distribuce.

PCM umožňuje vývoj, kontrolu a údržbu ochranných systémů pro jejich jednoduchost a co nejvyšší bezpečnost. Software byl vytvořen na návržení a konfiguraci IEC 61850, automatizační systém rozvodny. Od návržení topologie, přes spravování a dokumentaci široké komunikace systému. Generuje kompletní popis rozvodny do souboru SCD. Obsahuje rozsáhlou sadu nástrojů pro diagnostiku a řešení problémů automatizačních systémů a aplikacemi IEC 61850. Dále vizualizuje procesní sběrnici, analyzuje SA protokoly, porovnává konfigurace. Umožňuje vytvořit simulaci IED, změnu nastavení parametrů ochrany. Monitoruje signály a události ochrany. Analyzuje záznam poruch.

Software poskytuje efektivní funkce pro konfiguraci aplikací a komunikační techniky. Uživatelské rozhraní je intuitivní a dobře strukturované, umožňuje snadnou možnost konfigurace a mapování signálů. Bezproblémovou integraci mezi softwarovým nástrojem a IED umožňuje uživatelské rozhraní, pracovní postup a datový model, jelikož model IEC 61850 v PCM600 je založený na stejné filozofii jako samostatné IED.

PCM600 obsahuje softwarové zařízení pro konstrukci komunikace podle IEC 61850 mezi stanicemi a bay-to-bay GOOSE zprávami pro blokování celé stanice a řízení paralelních transformátorů.

#### 4.1.2 Nastavení parametrů

Nalezení potřebných parametrů je urychleno funkcí filtrování. S pomocí této funkce lze také rychle změnit nebo v pokročilém režimu zpracovávat všechny parametry. Funkcí porovnání lze po nahrání aktuálního nastavení zkontrolovat, zda všechny zamýšlené změny nastavení byly provedeny, a že změněné hodnoty odpovídají zamýšleným hodnotám před stažením nového nastavení IED.

#### 4.1.3 Analýza a monitoring

Krom nastavování a konfigurace lze pomocí nástroje sledovat měření a stavy signálů, jelikož PCM600 skenuje a načítá informace o rušení pro automatické generování souboru se zprávami. Pokud dojde k nepředpokládaným chybám, lze automaticky odeslat zprávu na předdefinované e-mailové adresy, aby se usnadnila rychlá nápravná opatření. To umožňuje technikům ochrany soustředit se

rovnou na analýzu dat, namísto ručního sběru dat. V samostatném PCM600 lze spustit signal monitoring, pokud je ochrana připojena k počítači, což umožňuje sledování aktuálních vstupů a výstupů ochrany.

#### **4.1.4 Záložky nastavování**

Nastavení probíhá v rozdílných záložkách, mezi ty nejpoužívanější patří:

##### **Application Configuration**

Tato záložka slouží k navrhování propojení naměřených vstupů k potřebnému funkčnímu bloku ochrany, která tento vstup kontroluje. Výstup tohoto bloku je dále připojen na logiku, která slouží k samotnému vypínání nebo komunikaci.

##### **Parameter Setting**

V této záložce se nastavují jednotlivé použité funkční bloky, nebo hardwarové vstupy a výstupy.

##### **Graphical Display Editor**

Tento editor umožňuje nakreslení daného problému. K vypínačům a odpojovačům zobrazeným v grafickém okně lze přiřadit určitý funkční blok pro vizuální kontrolu přímo na LHMI ochrany. Zde lze přidat i grafická okna, které jdou použít k indikaci tlačítek nebo k zobrazení naměřených hodnot vstupů.

## 4.2 Rozšíření laboratorního stolu

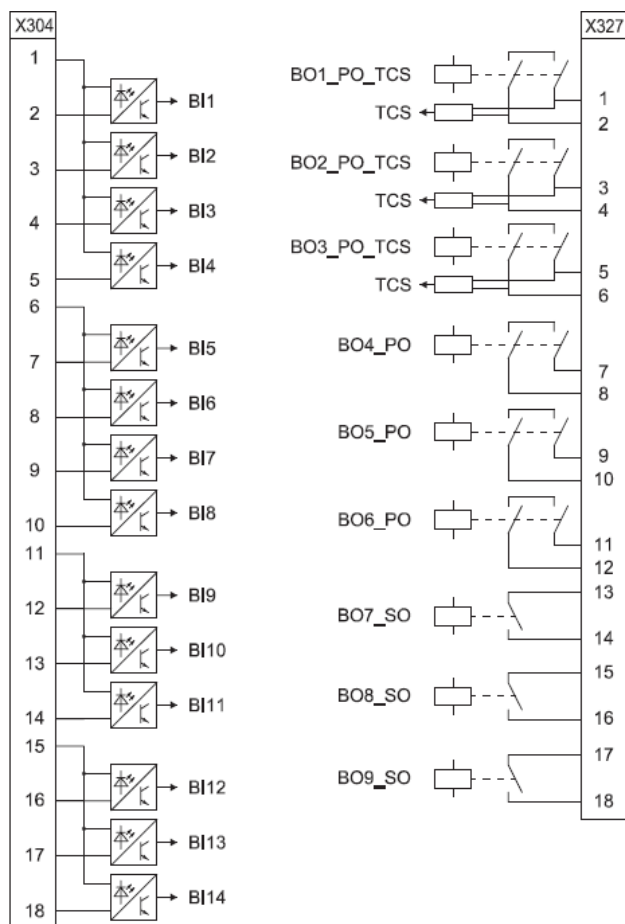
### 4.2.1 Úprava laboratorního stolu

Před zahájením úpravy stolu, byl vyveden pouze jeden binární výstup sloužící k laboratorní úloze pro blokaci odpojovače na spínačovém poli 1. Původní rozložení je znázorněné na *Obr. 4.2.1*.

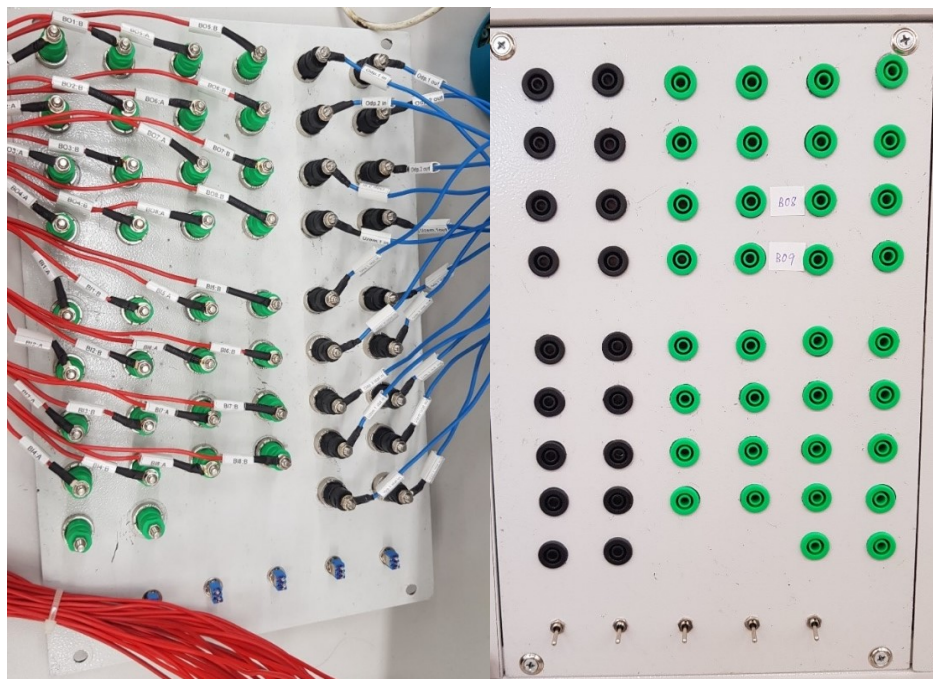


*Obr. 4.2.1. Původní rozložení laboratorního stolu.*

Pro ochranu REF630 bylo vyvrtáno 8 děr pro logiku blokování stykačů a 10 děr pro signalizaci stavu stykačů. V dírách jsou umístěné vstupní konektory propojené se spínačovým polem vodičem CYA 1x1,5 mm. Dále bylo vytvořeno 16 děr s vstupními konektory pro binární vstupy a 16 děr se vstupními konektory pro binární výstupy propojené s ochranou vodičem CYA 1x0,5 mm. Navíc bylo přidáno 5 přepínačů pro plánované rozšíření. Binární vstupy jsou zapojené na ochraně ve svorkovnici X304 a X319, dle technického manuálu *Obr. 4.2.2*. Obdobně byly zapojeny i binární výstupy na svorkovnici X327. Zapojení na panelu laboratorního stolu lze vidět na *Obr. 4.2.3* a zapojení na ochraně na *Obr. 4.2.4*.

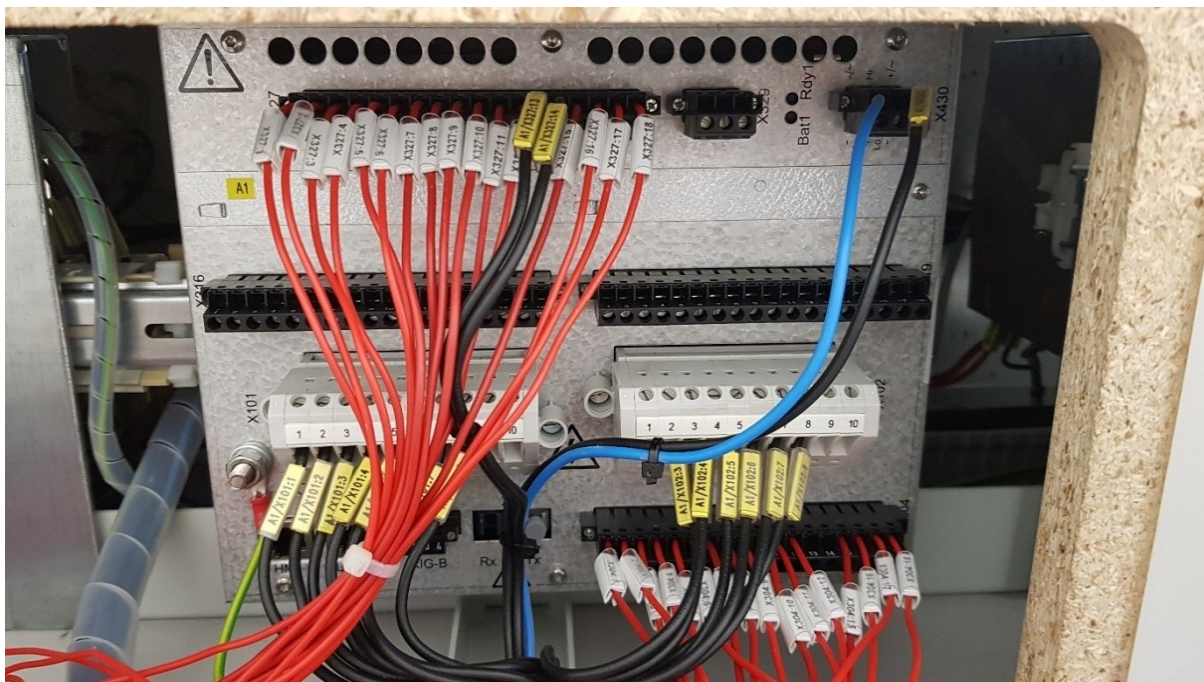


Obr. 4.2.2. Schéma zapojení Binárních vstupů nalevo a výstupů napravo [1]



Obr. 4.2.3. Zapojení panelu

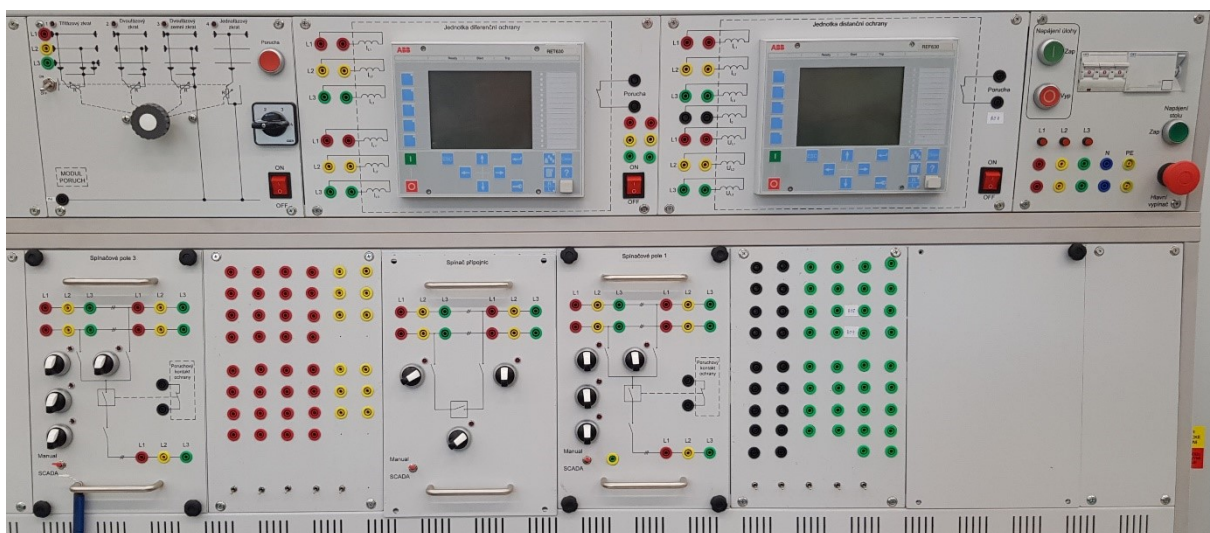




*Obr. 4.2.4. Zapojení Binárních vstupů a výstupů na ochraně.*

Téměř stejně byla rozšířena i ochrana RET630, ale na místo ovládání spínačového pole bylo použito propojení pro ovládání spínače přípojníc.

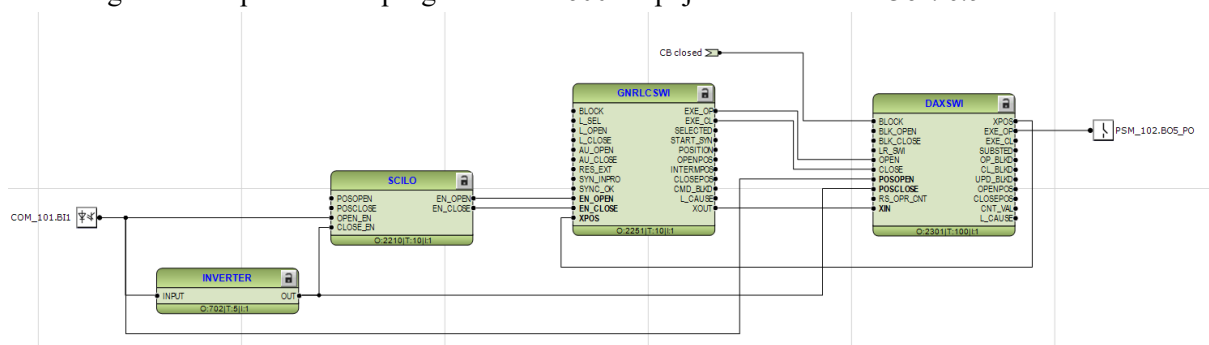
Každý vodič byl pocínován na jednom konci proti zamezení třepení a na druhém konci bylo přicínováno očko k zapojení na vstupní konektor. Pro jednoduché rozpojení, nebo zapojení vodičů, byl každý vodič opatřen popiskem za pomoci termosublumační tiskárny Thermomark CARD. Výsledný vzhled laboratorního stolu ukazuje *Obr.4.2.5.*



*Obr. 4.2.5. Výsledný vzhled laboratorního stolu*

## 4.2.2 Programování

Programování probíhalo v programu PCM600. Zapojení lze vidět na *Obr. 6.5*.



*Obr.4.2.6. Schéma programového zapojení*

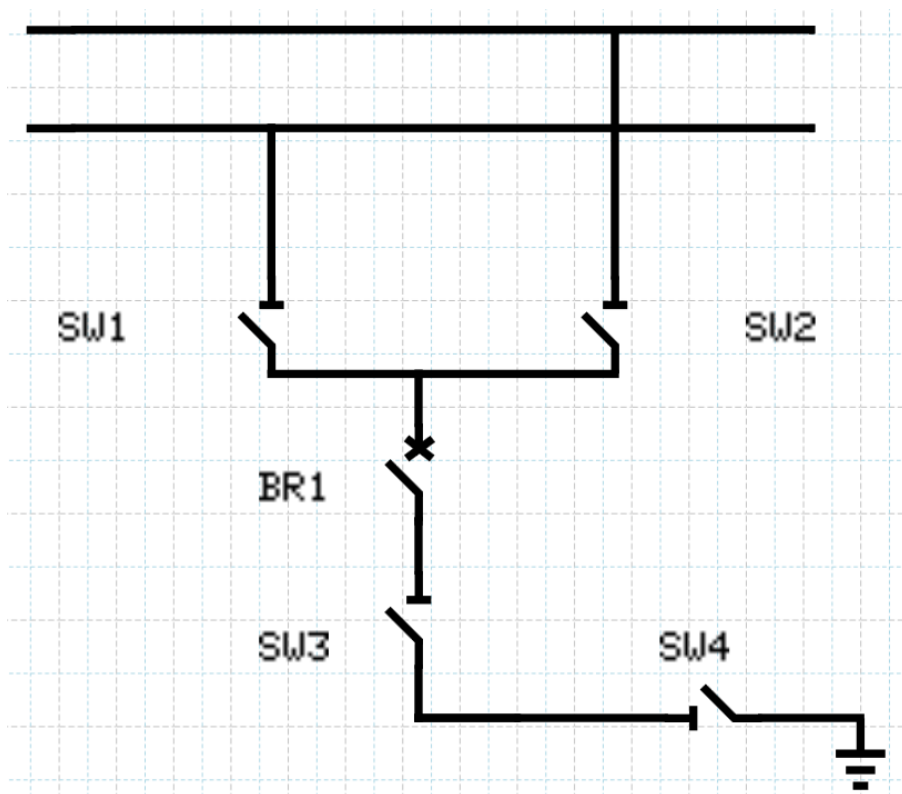
Toto zapojení bylo obdobné i pro ostatní stykače s výjimkou odpojovače, zde byl použit funkční blok DAXCBR místo funkčního bloku DAXSWI. Při testování tohoto obvodu bylo použito funkční tlačítko místo binárního vstupu a LED dioda na ochraně pro signalizaci výstupu. Logika blokování byla provedena na bloku DAXSWI a DAXXCBR. Pokud byl binární vstup SW4 v logické jedničce, SW3 byl blokován. SW1 a SW2 byl blokován, pokud byla logická jednička na vstupu BR1 a poslední blokování bylo provedeno pro SW1 a SW2 tak, že jde zapnout pouze jeden z nich.

Aby toto zapojení po nahrání do ochrany fungovalo, bylo potřeba propojit použité binární vstupy a výstupy na přidaném panelu s příslušným vstupem či výstupem stykače. Logický vstup by však nefungoval bez změny jejich nastavení, jelikož přednastavené napětí pro binární jedničku je 110 V a naměřené napětí na výstupu ze stykače je 24 V. Nastavení je zobrazené v *Tab. 4.2.1*. Pro vizuální kontrolu funkčnosti na displeji ochrany bylo vytvořeno grafické schéma, na kterém jsou přiřazeny vypínač a odpojovače k příslušným funkčním blokům. Grafické schéma je na *Obr. 4.2.6*.

BatteryVoltage	24	V	24	250
BINAME1	BI1			13 characters
Threshold1	10	%UB	6	900
DebounceTime1	0,010	s	0,010	0,100
OscillationCount1	0		0	255
OscillationTime1	0,000	s	0,000	600,000

Tab.4.2.1. Nastavení binárních vstupů

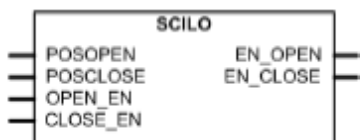




Obr. 4.2.6. Grafické znázornění spínačového pole 3

### 4.2.3 Použité funkční bloky

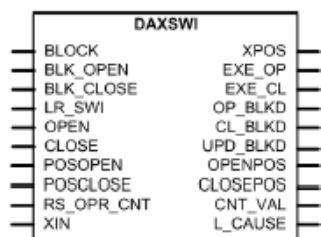
#### SCILO



Obr. 4.2.7. Funkční blok SCILO [1]

Blok SCILO je použit pro konfiguraci mezi propojovací logikou a přepínačem.

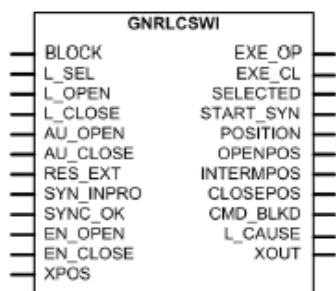
## DAXSWI



Obr. 4.2.8. Funkční blok DAXSWI [1]

DAXSWI je používán k uzavření a přerušení střádatvého napájecího obvodu. Představuje spínací zařízení s nejnižší úrovní výkonu bez zkratu.

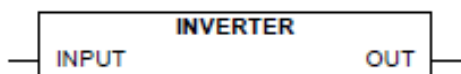
## GNRLCSWI



Obr. 4.2.9. Funkční blok GNRLCSWI [1]

GNRLCSWI se uplatňuje k ovládání jističů, odpojovačů a spínačů uzemnění.

## INVERTER



Obr. 4.2.10. Funkční blok INVERTER [1]

Funkční blok inverter slouží ke změně logické jedničky na logickou nulu a naopak.

## **5 Závěr**

### **5.1 Teoretické a praktické znalosti uplatněné v průběhu praxe**

Při vykonávání praxe ve společnosti ABB s.r.o. jsem pro první úkol použil teoretické znalosti z předmětů Efektivní využití počítačů, a to základní funkce při používání programu Microsoft Excel, a Poruchy a chránění elektrických sítí, díky kterému jsem měl pojem o uplatnění jednotlivých ochranných funkcí a získal znalost zapojení. V druhém úkolu jsem pro rozšíření laboratorního stolu, při pájení a zapojování, využil praktické znalosti ze střední školy. Praktické dovednosti, jako například vrtání plechu, jsem získal převážně doma, při různých opravách a podobných činnostech.

### **5.2 Teoretické a praktické znalosti scházející v průběhu praxe**

V prvním úkolu mi scházely znalosti některých nestandardních funkcí. Ne všechny funkce programu Microsoft Excel je možné získat ve škole vzhledem k omezenému času a rozsáhlosti programu. Pro druhý úkol scházely zejména teoretické znalosti, a to v oblasti programování v programu PCM600. Jelikož existuje celá řada programů, není možné se všemi seznámit ve škole. S mnoha programy se setkáme a seznámíme až při jejich používání v praxi ve spojení s konkrétním výrobcem / dodavatelem ochrany případně řídicího systému rozvodu.

### **5.3 Dosažené výsledky v průběhu praxe a jejich zhodnocení**

V první části své praxe jsem vytvořil jednotné nastavovací tabulky pro ABB ochrany Relion 615, 620, 630 a 640. Tyto tabulky jsou v současné době využívány pracovníky Operačního centra Ostrava při zpracovávání projektů s ochranami společnosti ABB a jsou předávány společně s ochranou zákazníkovi. Vypracováváním jsem se seznámil s terminály a jejich ochrannými funkcemi, dále rozšířil znalosti v programu Microsoft Excel a rozšířil anglickou slovní zásobu, jelikož technické manuály jsou vyhotoveny pouze v angličtině. Vzhledem k množství hodnot, které byly zpracované, zabral úkol první polovinu bakalářské praxe, zejména začátek, protože bylo potřeba standardizovat formu nastavovacích tabulek a vytvořit šablonu, podle které se vytvářeli další ochranné funkce.

Výsledkem druhé části praxe je laboratorní stůl, který je rozšířen o binární vstupy a výstupy pro obě ochrany, ovládací vstupy a signalizační výstupy stykačů. Toto rozšíření bude použito v nových laboratorních úlohách v příštím akademickém roce. Výstupem druhé části je také nastavení ochrany REF630, které umožňuje softwarové blokování. Vypracováním druhého úkolu jsem se naučil, jak pracovat se softwarem, diagnostikovat chyby a vypracovat program nastavení ochrany v softwaru PCM600. Jelikož bylo nutné rozšíření laboratorního stolu a seznámení spolu s programováním v PCM600, trval úkol druhou polovinu bakalářské praxe. Z mého pohledu nejdůležitější a nejvíce časově náročné bylo rozšíření laboratorního stolu.

## 6 Literatura

- [1] 630\_series\_tech\_756508\_ENf. ABB technický manuál k sérii RE630 [cit. 2020-05-15]
- [2] History. ABB Group - Leading digital technologies for industry [online]. Copyright © Copyright 2020 ABB [cit. 15.05.2020]. Dostupné z: <https://new.abb.com/about/history>
- [3] 630\_series\_tech\_756508\_ENf. ABB technický manuál k sérii 630 [cit. 2020-05-15]
- [4] ABB products and services A - Z index. ABB Group - Leading digital technologies for industry [online]. Copyright © Copyright 2020 ABB [cit. 15.05.2020]. Dostupné z: <https://new.abb.com/offerings>
- [5] ABB – Logos Download. Logos Download – Get high quality logotypes for free [online]. Dostupné z: <https://logos-download.com/9392-abb-logo-download.html>
- [6] 615\_tech\_756887\_ENn. ABB technický manuál k sérii RE615 [cit. 2020-05-15]
- [7] 620\_series\_tech\_757644\_ENf. ABB technický manuál k sérii 620 [cit. 2020-05-15]